



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 13 012 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
B 21 D 26/02
B 21 D 35/00
B 21 D 51/02

②① Aktenzeichen: 198 13 012.0
②② Anmeldetag: 25. 3. 98
④③ Offenlegungstag: 7. 10. 99

DE 198 13 012 A 1

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Herstellen eines Hohlkörpers aus einem rohförmigen Rohling durch Innenhochdruckumformung

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Formen eines Hohlkörpers aus einem rohförmigen, in ein öffnen- und schließbares Formgebungswerkzeug eingelegten rohförmigen Rohling durch in das Innere des Rohlings eingeleiteten Innenhochdruck. Der Querschnitt des Rohlings kann vor der Innenhochdruckumformung aus einer Rund- oder Rechteckform werkstückentsprechend verändert und vorformt werden. Um Werkstücke mit über die Länge hinweg stark unterschiedlichen Umfang ohne Werkstoffüberdehnungen herstellen zu können, wird erfindungsgemäß zum Vorformen des Rohlings in diesen eine über seine Länge hinweg unterschiedlich tiefe Beulen eingeformt. Beim Innenhochdruckumformen des vorgeformten Rohlings zu einem Hohlkörper wird aus der Beule eine in das Innere des Hohlkörpers hineinragende, U-förmige Falte gebildet, deren Wandungen unmittelbar aufeinander liegen und an der Peripherie in die Umfangswandung des Hohlkörpers übergehen. Die beiden Wandungen der Falte werden miteinander dauerhaft verbunden, und zwar werden die beiden Wandungen der Falte vorzugsweise im Bereich des Hohlkörperumfangs dauerhaft miteinander verschweißt.

DE 198 13 012 A 1

Express Mail Label No.
EL 334671785US

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Herstellen eines Hohlkörpers aus einem rohrförmigen Rohling durch Innenhochdruckumformung (IHU) nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Bisher werden – runde oder rechteckige – Rohrstücke als Rohling für einen IHU-Prozeß erforderlichenfalls gezielt in Abhängigkeit vom Werkstück vorgeformt, wobei das Vorformen in einem separaten Vorformwerkzeug oder in dem IHU-Werkzeug erfolgen kann. Hierbei sind jedoch lediglich Lösungen bekannt, bei denen der kleinste Fertigteilumfang dem Umfang des einzulegenden Rohlings entspricht, d. h. daß die Dimensionierung des Rohlings nach dem kleinsten Umfang des Fertigteiles erfolgt.

Eine Ausnahme bildet das Abquetschen von Rohrbereichen beim Schließen des IHU-Werkzeuges. Dabei bildet sich an der Außenseite des Rohres eine Schlinge mit doppelter Wandungsdicke des Rohmaterials. Als problematisch erweist sich hierbei der Platzbedarf der Schlinge. Das Abtrennen der Schlinge würde einen zusätzlichen Arbeitsgang bedeuten; außerdem würde dadurch die Torsionssteifigkeit des Fertigbauteils beeinträchtigt.

Da der Rohriumfang des einzulegenden Rohres in der Regel dem kleinsten Fertigteilumfang entspricht, können die möglichen Bauteilquerschnitte nur in engen Grenzen variiert werden. Soll z. B. ein Bauteil gefertigt werden, dessen Umfang an der kleinsten Stelle 100 mm und an der größten Stelle 150 mm im Fertigzustand beträgt, so wird üblicherweise ein Rohling mit einem Umfang von 100 mm eingesetzt. Dies bedeutet aber, daß die Bereiche mit dem großem Umfang in Umfangsrichtung beispielsweise um etwa 50% aufgeweitet werden müssen. Dies ist mit üblichen metallischen Werkstoffen nicht ohne weiteres möglich. Stand man bisher vor der Notwendigkeit, IHU-Teile mit größeren Durchmesserunterschieden herstellen zu müssen, so gab es zum einen nur die Möglichkeit, in mehreren Umformstufen umzuformen und den Werkstoff durch Zwischenglühen in seinem Umformvermögen zu regenerieren, was vom Investitionsvolumen, vom Platzbedarf und von den Betriebskosten her sehr aufwendig ist. Eine Alternative dazu wäre die Verwendung von mehrteilig zusammengesetzten Rohlingen (sog. *taylored tubes*), die aus größenunterschiedlichen Rohrabschnitten und Übergangskonnen zusammengeschweißt sind, was eine aufwendige und kostspielige Fertigung der Rohlinge voraussetzt.

Aufgabe der Erfindung ist es, das gattungsgemäß zugrundegelegte Verfahren dahingehend zu verbessern, daß Fertigteile mit größeren (z. B. mit mehr als 15%) Durchmesser- oder Umfangsunterschieden zwischen Größt- und Kleinstdurchmesser mit den heute üblichen metallischen Werkstoffen ohne weiteres durch Innenhochdruckumformung hergestellt werden können.

Diese Aufgabe wird – ausgehend von dem gattungsgemäß zugrundegelegten Verfahren – erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 gelöst. Danach wird beim Vorformen des Rohlings in diesen eine über seine Länge hinweg unterschiedlich tiefe Beule eingeformt, aus der beim eigentlichen IHU-Prozeß eine in das Innere des Hohlkörpers hineinragende, U-förmige Falte gebildet wird, deren Wandungen unmittelbar aufeinander liegen und an der Peripherie in die Umfangswandung des Hohlkörpers übergehen. Es kann dadurch ein im Umfang größer als der Kleinstumfang oder Kleinstdurchmesser des Fertigteiles bemessener Rohling eingesetzt werden. Aufgrund der nach innen gerichteten und somit nicht störenden Falte kann Umfangsmaterial "verbraucht" und somit der Durchmesser bzw. der Umfang des Rohling örtlich gezielt reduziert werden.

Aufgrund dessen kann mit größeren Rohlingen gearbeitet werden, deren Umfangslänge oder Durchmesser zwischen dem Größt- und dem Kleinstdurchmesser des Fertigteiles liegt. Dadurch kann die in Bereichen eines großen Fertigteil-Umfanges erforderliche Umfangsdehnung des Werkstoffes in erträglichen Grenzen gehalten werden. Das mit üblichen, einfachen Rohlingen herstellbare Bauteilspektrum wird dank der Erfindung beträchtlich erweitert.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend noch erläutert; dabei zeigen:

Fig. 1 den Querschnitt eines geöffneten Innenhochdruckumform-Werkzeugs mit einem darin eingelegten Rohling aus einem Rondoher,

Fig. 2 das Werkzeug nach Fig. 1 in teil-geschlossenen Zustand, wobei der Rohling gezielt teilverformt ist,

Fig. 3 das Werkzeug nach Fig. 1 in ganz geschlossenen Zustand, wobei der Rohling gezielt mit Längsbeulen versehen ist,

Fig. 4 das Werkzeug nach Fig. 3 im hochdruck-beaufschlagten Zustand, wobei der Rohling konturtreu in die Gravur des

Formgebungswerkzeuges eingeformt und eine U-förmige Falte im Innern des Werkstückes ausgebildet ist und

Fig. 5a, 5b und 5c eine Folge von Querschnitten durch die Wandung des fertigen IHU-Teiles durch die Wandung mit der Falte an unterschiedlichen Längspositionen.

Durch das in den Figuren dargestellte, in Ober- und Unterwerkzeug 1 bzw. 2 geteilte, schließbare IHU-Werkzeug soll ein runder Rohling 3 zu einem kastenförmigen Fertigteil 4 umgeformt werden, dessen Querschnitt im Fertigzustand an unterschiedlichen Längspositionen unterschiedliche Umfangslängen aufweist.

Zu diesem Zweck wird in den Querschnitt des Rohlings erfindungsgemäß zunächst eine über seine Länge hinweg unterschiedlich tiefe Beule 5 eingeformt. Beim Innenhochdruckumformen des vorgeformten Rohlings zu einem Hohlkörper 4 wird aus der Beule eine in das Innere des Hohlkörpers hineinragende, U-förmige Falte 5 gebildet wird, deren Wandungen 7 unmittelbar aufeinander liegen und an der Peripherie in die Umfangswandung 8 des Hohlkörpers übergehen.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Vorformen des Rohlings durch Einbeulen oder Einknicken der Rohlingwandung selbsttätig durch das IHU-Formwerkzeug bei dessen Schließbewegung durchgeführt wird, wie die Folge der Fig. 1 bis 3 zeigt. Bedarfsweise kann das Vorformen des Rohlings durch Einbeulen oder Einknicken der Rohlingwandung an mehreren Umfangsstellen des Rohlings durchgeführt werden.

In manchen Anwendungsfällen mag das bloße Aneinanderliegen der Falten-Wandungen 7 hinsichtlich der Bauteilstabilität ausreichend sein, insbesondere dann, wenn diese bei der Bauteilbeanspruchung nicht gespreizt werden oder sich nicht zueinander verschieben. Sollte dies jedoch bei der Bauteilbeanspruchung doch der Fall sein, so können die beiden Wandungen 7 der Falte miteinander dauerhaft verbunden werden, beispielsweise können diese vollflächig miteinander verklebt werden. Der Kleber könnte bereits im Rohlingzustand aufgetragen werden. Eine zweckmäßige Art, die Falte außenseitig zu stabilisieren besteht darin, die beiden Wandungen der Falte im Bereich des Hohlkörperumfangs dauerhaft miteinander zu verschweißen (Schweißung 9 in Fig. 5a).

Die Figurenfolge 5a, 5b und 5c soll gemeinsam mit dem in Fig. 4 innerhalb des IHU-Werkzeuges befindlichen Fer-

tigteiles veranschaulichen, wie die Falte 6 mit zunehmender Breite B des Fertigteiles 4 bezüglich ihrer in das Bauteilinnere hineinragenden Länge L kürzer wird.

Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Formen eines Hohlkörpers aus einem rohrförmigen, in ein öffnen- und schließbares Formgebungswerkzeug eingelegten Rohling durch in das Innere des Rohlings eingeleiteten Innenhochdruck, 10 wobei der Rohling vor der Innenhochdruckumformung aus einer standardisierten Anlieferungs-Querschnittsform werkstückentsprechend im Querschnitt verändert und vorgeformt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Vorformen des Rohlings (3) in diesen eine über 15 seine Länge hinweg unterschiedlich tiefe Beule (5) eingeformt wird, aus der beim Innenhochdruckumformen des vorgeformten Rohlings (3) zu einem Hohlkörper (4) mit über die Länge hinweg stark unterschiedlichen Umfang eine in das Innere des Hohlkörpers hineinra- 20 gende, U-förmige Falte (6) gebildet wird, deren Wandungen (7) unmittelbar aufeinander liegen und an der Peripherie in die Umfangswandung (8) des Hohlkörpers (3) übergehen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Wandungen (7) der Falte (6) miteinander dauerhaft verbunden werden. 25
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Wandungen (7) der Falte (6) im Bereich des Hohlkörperumfangs dauerhaft miteinander 30 verschweißt werden (Schweißung 9).
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorformen des Rohlings (3) durch Einbeulen (5) oder Einknicken der Rohlingwandung selbsttätig durch das IHU-Formwerkzeug (1, 2) bei dessen 35 Schließbewegung durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorformen des Rohlings (3) durch Einbeulen (5) oder Einknicken der Rohlingwandung an mehreren Umfangsstellen des Rohlings (3) durchgeführt 40 wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

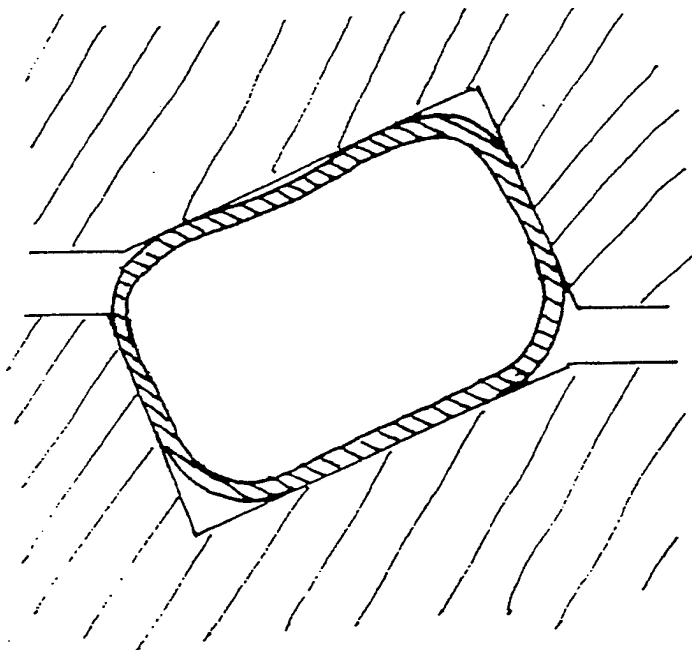
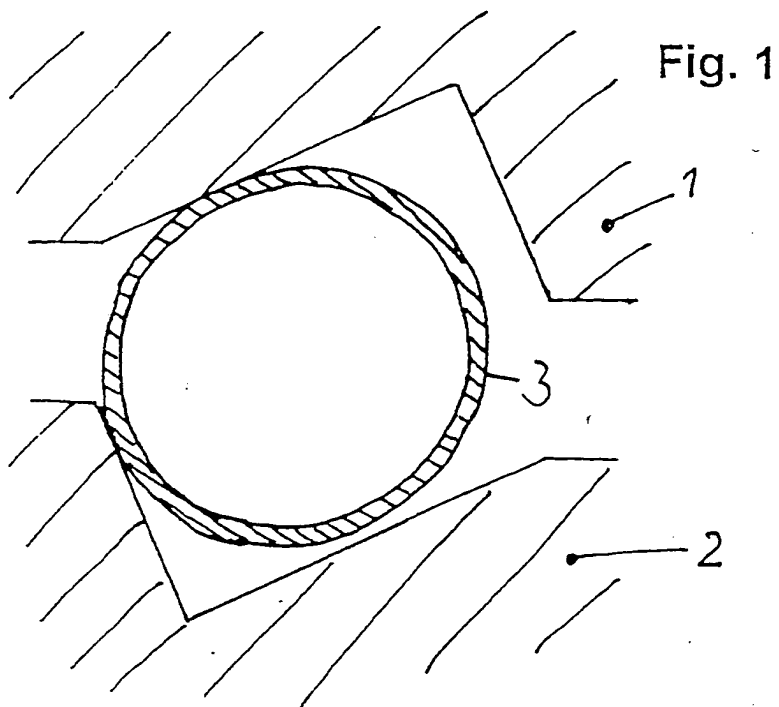


Fig. 2

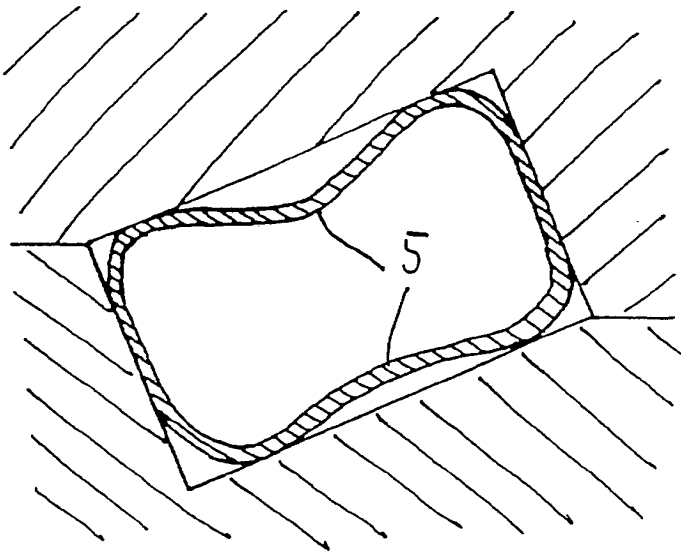


Fig. 3

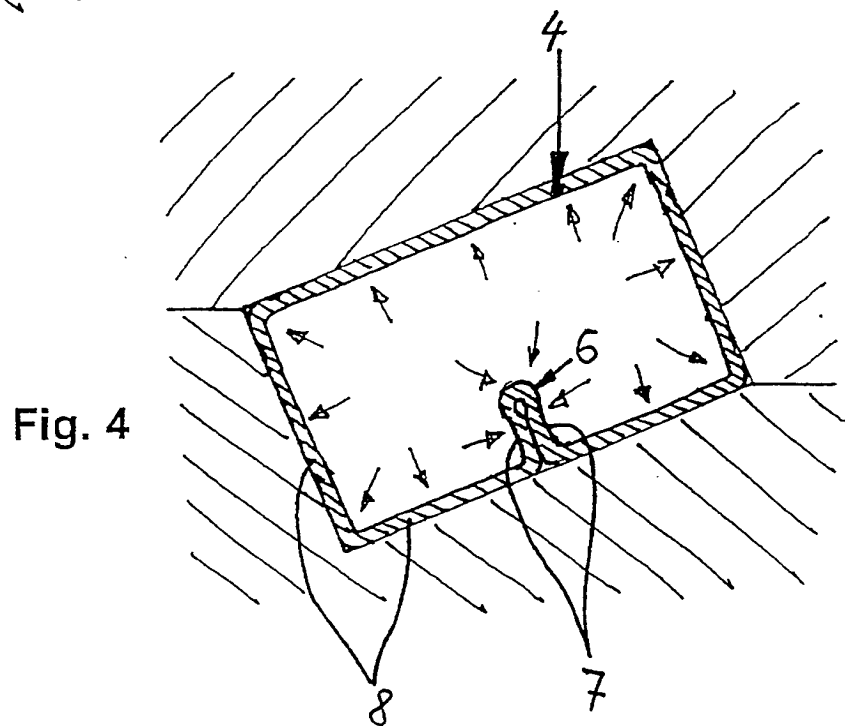


Fig. 4

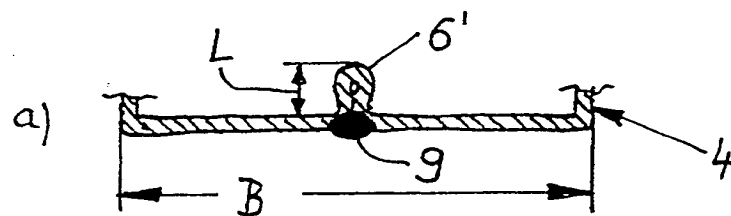


Fig. 5

